

磐石山區台灣水鹿的季節性移動

太魯閣國家公園管理處研究生研究計畫

中華民國一百年十二月

磐石山區台灣水鹿的季節性移動

研究生：廖昱銓

指導教授：王穎

太魯閣國家公園管理處研究生研究計畫

中華民國一百年十二月

目次

表次	III
圖次	V
摘要	VII
Abstract	IX
第一章 前言	1
第二章 材料與方法	5
第一節 研究地區	5
第二節 研究方法	5
第三章 結果	8
第四章 討論	20
參考書目	24

表次

表 3-1	2011 磐石山區 GPS 項圈追蹤概況	10
表 3-2	磐石山區紅外線自動相機架設地點及海拔	11
表 3-3	2011 磐石山區各海拔區段與各季節自動相機工作時數	12
表 3-4	2011 磐石山區各海拔區段與各季節水鹿拍攝頻度(OI 值)	12
表 3-5	2011 磐石山區各海拔區段與各季節雄水鹿拍攝頻度(OI 值)	12
表 3-6	2011 磐石山區各海拔區段與各季節雌水鹿拍攝頻度(OI 值)	13
表 3-7	2011 磐石山區各海拔區段與各季節山羊拍攝頻度(OI 值)	13
表 3-8	2011 磐石山區各海拔區段與各季節山羌拍攝頻度(OI 值)	13
表 4-1	2009~2010 磐石山區高海拔地區各季節拍攝頻度(OI 值)	22

圖次

圖 3-1	CL6 四季海拔梯度變化	14
圖 3-2	CL15 四季海拔梯度變化	14
圖 3-3	CL18 四季海拔梯度變化	15
圖 3-4	CL19 四季海拔梯度變化	15
圖 3-5	CL20 四季海拔梯度變化	16
圖 3-6	CL4 四季海拔梯度變化	16
圖 3-7	CL6 海拔梯度變化與氣溫關係	17
圖 3-8	CL15 海拔梯度變化與氣溫關係	17
圖 3-9	CL4 海拔梯度變化與氣溫關係	18
圖 3-10	CL6 海拔梯度變化與雨量關係	18
圖 3-11	CL15 海拔梯度變化與雨量關係	19

摘要

關鍵詞：水鹿、季節性移動

一、研究緣起

許多棲息在溫帶山區的大型草食獸，為了因應伴隨季節改變的環境變化，發展出了季節性移動的生存策略。了解季節性移動的行為對於動物棲地利用的方式及動物的生態學、經營管理、保育等方面，都能夠有相當的助益。台灣水鹿(*Rusa unicolor swinhoii*)為台灣野外體型最大的哺乳動物，然而野生水鹿的相關研究及生態資訊仍相當缺乏，有必要加以了解。

二、研究方法及過程

本研究在太魯閣國家公園的磐石山區以紅外線自動相機記錄不同海拔區段水鹿各季節相對豐度的變化情形，另以 GPS 項圈對水鹿進行追蹤來了解水鹿移動的路徑。

三、重要發現

本研究目前追蹤的水鹿個體共 14 隻，並已取得其中 5 隻個體的定位資料，由定位資料顯示，水鹿在秋冬時會向中海拔降遷，於隔年的春夏時再回到高海拔。而自動相機所得的資料也顯示，高海拔地區水鹿在四季的 OI 值(每 1000 小時該物種被拍到的照片數)，夏秋兩季明顯高於春冬兩季，提供了水鹿季節性移動的有力證據。水鹿的季節性移動存在著雌雄差異，由項圈資料所得的遷移的時間及自動相機各季的 OI 值變化均顯示雌雄水鹿遷移行為的不同。而高海拔地區與水鹿共域的草食獸山羌(*Muntiacus reevesi micrurus*)與台灣野山羊(*Naemorhedus swinhoei*)其相對豐度亦存在著季節性變動，其中山羌變化的情形與水鹿相似，而山羊的變化情形恰與兩者相反。另外，由氣象站的氣溫及雨量資料與定位資料進行分析，發現氣溫為影響水鹿季節性移動的因子之一。

四、主要建議事項

磐石山區台灣水鹿的季節性移動

目前取得的資料顯示，此區的水鹿有季節性降遷的傾向，而台灣水鹿為熱帶起源的鹿種，其降遷行為可能與其適應環境有關，將來可對園區內其他地區的水鹿進行監測，對水鹿的生態資訊將能有進一步的了解。

Abstract

Key words : sambar deer, seasonal movement

Many large herbivores in temperate area migrate seasonally to adapt the seasonal change of environment. Understanding the seasonal movement behavior is useful for the studies on animal's habitat use, management, ecology, and conservation.

Formosan sambar deer (*Rusa unicolor swinhosii*) is the largest terrestrial mammal in Taiwan, but studies on this species were scarce. In this study, we used GPS collar and auto-trigger camera to study the seasonal movement behavior of the sambar deer at Panshi Mountain Area in the Taroko National Park. We tracked 14 deer and retrieved the location data from 5 of them. According to the location data, the deer moved to medium elevation area in fall and came back to high elevation area in the next spring and summer. The results of camera trapping data also showed that the sambar deer's OI (occurrence index) in summer and fall were significantly higher than in winter and spring at high elevation area, which would be an indicator of sambar deer's seasonal movement. Location data and camera trapping data also suggested that the seasonal movement behavior of male and female deer was different. Furthermore, Formosan reeve's muntjac (*Muntiacus reevesi micrurus*) and Formosan serow (*Naemorhedus swinhoei*) are sympatric with sambar deer, and their OI also varied with season. The variation pattern of the muntjac's OI was similar to the sambar deer's, while the variation pattern of serow's OI was opposite to the sambar deer's. By analyzing the meteorological data, we suggested that the temperature is an important factor affecting the deer's seasonal movement behavior.

第一章 前言

一、緣起

季節性移動(seasonal movement)是大型草食獸在面對環境與食物資源的改變所發展出的生存策略(Fryxell and Sinclair 1988)，這樣的策略使動物可以躲避一年之中不利於生存的季節(Vaughan et al. 2000)。在溫帶山區季節性移動通常是由高海拔的夏季棲地遷移至低海拔的冬季棲地(McCullough 1985; Mysterud 1999; Nicholson et al. 1997)，然而有些物種則是由中海拔的夏季棲地遷至高海拔的冬季棲地或低海拔的夏季棲地遷至中海拔的冬季棲地，但不論哪一種遷移模式，其冬季棲地皆為積雪較少、食物資源較佳的區域(Igota et al. 2004; Poole et al. 2000; Sakuragi et al. 2003)。在同一物種或族群中，因棲息環境的差異及個體間生存策略的選擇，遷移的模式也會不同(Fretwell 1972; Igota et al. 2004)。此外，許多動物的雌雄個體在一年之中除了繁殖季外，會有性別隔離的現象(sexual segregation)，在非繁殖季時，雌雄個體對於營養需求及生存策略的差異，對於棲地環境的需求不同 (Ruckstuhl and Neuhaus 2000)，在遷移的行為上可能會有差異 (Ruckstuhl and Neuhaus 2005)。

在溫帶地區許多的鹿科動物都有季節性移動的現象，例如：麋鹿(*Cervus elaphus canadensis*; Brazda 1953)、紅鹿(*Cervus elaphus*; Albon and Langvatn 1992)及黑尾鹿(*Odocoileus hemionus*; Loft et al. 1984, Nicholson et al. 1997)。造成季節性移動的原因包括食物資源改變、氣溫、積雪深度、太陽輻射及被捕食風險等 (Fryxell and Sinclair 1988; Krasin'ska et al. 1987; Mysterud et al. 1997; Nicholson et al. 1997; Zeng et al. 2010)，例如：在高緯度山區，冬季積雪較深，食物被冰雪覆蓋對覓食造成影響，積雪也使鹿隻活動能力下降，提高被捕食的風險，此外低溫也使動物因要維持體溫而消耗更多能量(Cederlund and Lindstrom, 1983; Parker et al. 1984)，在這些不利的情形下繁殖成功率下降，死亡率上升(Kaji et al. 1988;

Takatsuki *et al.* 1994; Uno *et al.* 1998)，因此鹿隻會移動到積雪較少、食物資源充足且較溫暖的冬季棲地 (Adams 1982)。動物在季節性移動時通常會移往太陽輻射較多的地區，太陽輻射量的多寡與環境溫度的高低有關，因此沿海拔梯度移動的動物會往太陽輻射較多的區域移動(Zeng *et al.* 2010)。另外，植物的物候情形(plant phenology)會隨季節與海拔而變動(McCullough 1985; Tang and Fang 2006)。Albon and Langvatn(1992)認為動物移動到高海拔的夏季棲地與植物的生長情形有關，梁 (2005)的研究顯示植物的營養成分存在著季節間差異，而食品質的些微差異也可能對動物生長造成重大影響(Hanley 1997; White 1983)，因此動物的季節性移動與植物的物候情形可能有相當程度的關聯。

水鹿(*Rusa unicolor*)主要分布在亞洲大陸的印度半島、中南半島和中國東南部及東南亞地區，有關其生態學的研究相當稀少，而對台灣水鹿野外族群的相關研究目前僅日間行為觀察(郭正彥 2005)、食性(李玲玲 *et al.* 2006)、族群估算(李玲玲 *et al.* 2007)及以自動相機推估其活動模式(翁國精 *et al.* 2009; 裴家騏與姜博仁 2004)等，其餘生態資訊仍相當缺乏，有必要加以了解。

磐石山區，地形多樣涵蓋中高海拔，屬季節變化明顯區域，溫度、食物資源及環境狀況皆隨季節明顯改變，與水鹿天然分布的主要環境(熱帶地區)截然不同。先前的研究顯示水鹿大多沒有季節性遷移的行為，唯分布於山地地區的水鹿在冬季會有離開高海拔棲地的現象 (Green 1987)，而王等(2010)於磐石山區追蹤佩掛 GPS 項圈的兩隻水鹿發現其冬季會向中海拔降遷，夏季則回到高海拔棲地。此外，王等(2009, 2010)的自動相機資料也顯示，四季所拍得的台灣水鹿(*Rusa unicolor swinhoii*)照片數量，在季節間有明顯差異，因此我們推測水鹿在此區會有季節性移動的現象。

本研究欲以 GPS 項圈追蹤及自動相機監測了解野生水鹿季節性沿海拔梯度降遷的行為，並比較雌雄間移動的行為是否存在差異，另以夏季棲地及冬季棲地

的氣象資料與水鹿所在的海拔進行分析，用以探討可能造成降遷行為的因子，提供水鹿的基礎生態資料。而磐石山區除了水鹿之外，亦有許多野生動物與水鹿共域，其中同樣屬於草食獸的山羌(*Muntiacus reevesi micrurus*)與台灣野山羊(*Naemorhedus swinhoei*)，在食性上與水鹿較為相近，因此當時物資源隨季節改變時，可能也會有季節性移動的現象，因此以自動相機一併監測來進行了解。而這些資料將可應用於保護區的劃設及經營管理政策的擬定，也可成為解說教育的教材。

二、預期目標

1. 比較不同海拔區段水鹿(水鹿及雌雄水鹿)在各季相對豐度變化，探討水鹿季節性移動的行為。
2. 以水鹿夏季棲地及冬季棲地的氣象資料嘗試探討造成水鹿季節性移動的可能原因，並比較雌雄間降遷的行為是否存在差異。
3. 比較水鹿與共域草食獸(山羊、山羌)不同季節各海拔區段的相對豐度的變化是否存在差異。

第二章 材料與方法

第一節 研究地區

太魯閣國家公園位於花蓮、南投及台中三縣境內，全區包含太魯閣峽谷、立霧河流域、中部橫貫公路及其周邊山區，範圍東起清水，西迄合歡西峰，南達奇萊主峰，北至南湖大山，總面積達 92,000 ha。本研究地點位於磐石山區，為中央山脈奇萊北峰向東延伸之稜線，包含磐石西峰及磐石中峰至磐石山西方鞍部，磐石山區高海拔的植被主要以針葉林、玉山箭竹矮灌叢等所構成，針葉林包括台灣冷杉(*Abies kawakamii*)、台灣鐵杉(*Tsuga chinensis*)及二葉松(*Pinus taiwanensis*)等，而玉山箭竹矮灌叢由玉山箭竹鑲嵌少數杜鵑屬及刺柏(*Juniperus formosana*)與玉山圓柏(*Juniperus squamata*)等所組成，中海拔地區則為針闊混和林。此區與水鹿共域的哺乳動物有台灣黑熊(*Ursus thibetanus formosanus*)山羌(*Muntiacus reevesi micrurus*)、台灣野山羊(*Naemorhedus swinhoei*)、野豬(*Sus scrofa taiwanus*)、台灣獼猴(*Mamaca cyclopis*)及黃鼠狼(*Mustela sibirica taivana*)等，目前潛在天敵威脅低，除少數登山客短暫停留，人為干擾程度小(王等 2008)。

第二節 研究方法

一、 監測方法

1. GPS 項圈

王等(2010)七月至九月間共捕捉十一隻水鹿，2011 九月捕捉四隻水鹿，扣除脫落回收的項圈，目前共計 14 隻個體(9 雄 5 雌)仍在追蹤中。接續王等(2010)的研究，本研究繼續以 GPS 項圈對水鹿進行追蹤，項圈設定為每一到四小時定位一次，除了定位之外，項圈也具有溫度計，可感測水鹿所在環境的溫度，項圈定位時，定位點與溫度資料同時儲存於項圈中，由研究人員定期持接收器下載儲存至電腦，用於後續分析。

2. 紅外線自動相機

自動相機為發展已久的一項調查方法(Kucera et al. 1993)，具有持久監測(Browder et al. 1995)、節省人力及對動物干擾較小等優點。本研究目前於磐石山區沿海拔梯度架設 17 台自動相機(包括底片型及數位型)，共計 21 個相機站，自海拔 1700m 的溪底到 3200m 的稜線每隔 300m 分為一個區段，共五個區段，每個區段架設三至四台，參考王(2010)以 GPS 項圈追蹤水鹿所得活動範圍，每台相機的距離設為 1km，找尋適當獸徑及泥水池，於離地 1-1.5m 處之樹幹架設相機，每月進行底片、記憶卡及電池的更換並進行照片沖洗及記錄所拍得水鹿性別及數量。

二、季節性移動的行為

1. 海拔梯度變化

由 GPS 項圈追蹤水鹿所得的定位資料，將誤差過大的資料剔除後，以各季水鹿的定位點分析所在的海拔、開始進行遷移的月份及移動的距離，了解水鹿季節性降遷的情形，另分別比較雌雄水鹿的定位資料，分析不同性別的水鹿各季所在的海拔與移動的距離是否存在差異。

2. 相對豐度變化

由四季紅外線自動相機監測所得資料及相機所架設的海拔，分別計算春(3-5)、夏(6-8)、秋(9-11)、冬(12-2)不同海拔所拍攝水鹿照片總數、雌雄照片數量、及 OI 值(裴 1998)，而 OI 代表每 1000 小時該物種被拍到的照片數，其計算方法如下：

$$\text{OI 值} = (\text{有效照片數} / \text{相機工作時數}) \times 1000$$

將相機的資料分成全部水鹿、雄水鹿及雌水鹿三組，分別比較水鹿的 OI 值在不同海拔區段各季節的變化，分析水鹿所在的海拔與季節之間的關係及不同性別在季節變化時海拔梯度間的分布情形，探討台灣水鹿季節性移動的行為。

自動相機記錄水鹿時，同時也將共域的動物一併記錄下來，其中與水鹿同樣屬於草食獸的山羊與山羌所利用的食物資源可能與水鹿較為相近，因此本研究也將山羊與山羌在不同季節各海拔的 OI 值與水鹿一同進行比較，了解與水鹿共域的草食獸是否也有季節性移動的現象。

三、 影響季節性降遷的原因

由 GPS 項圈所得的定位資料，將水鹿各季所在的海拔配合樣區鄰近的測站氣象資料進行分析，另將雌雄水鹿分別進行分析，用以探討其遷移的行為及開始遷移的時間點與氣象因子的關係。

第三章 結果

一、季節性移動行為

1. 海拔梯度變化

目前已收得五隻水鹿(4雄1雌)的定位資料(CL6、CL15、CL18、CL19與CL20)，CL6自2010年7月19日開始追蹤至2011年7月10日，共356天，期間GPS以1小時的間隔進行定位，共取得8474個有效定位點，CL15自2010年9月10日開始追蹤至2011年9月9日，共357天，期間GPS以4小時的間隔進行定位，共取得1574個有效定位點，CL18由2011年9月27日追蹤至2011年10月25日，共28天，期間GPS以4小時的間隔進行定位，共取得142個有效定位點，CL19由2011年9月28日追蹤至2011年10月23日，共25天，期間GPS以4小時的間隔進行定位，共取得155個有效定位點，CL20由2011年9月29日開始追蹤，目前追蹤至2011年10月25日，共26天，期間GPS以4小時的間隔進行定位，共取得142個有效定位點。(表3-1)

將定位資料分成春(3~5)夏(6~8)秋(9~11)冬(12~2)，另加入王等(2010)之雌鹿CL4的資料一起分析(2009年12月至2010年5月)，雄鹿CL6在2010年夏季7/24之前都待在高海拔3000m以上的棲地，7/24到8/10這段期間下至1700m~2000m的中海拔，直到8/11才回到3000m的棲地，之後都待在高海拔的棲地，直到秋季9/22開始向下降遷至海拔約2600m的棲地，10/22再向下降遷至海拔1700m~2000m托博闊河流域的冬季棲地，之後便停留到夏季6/10後才返回高海拔的夏季棲地(圖3-1)；雄鹿CL15在2010年的秋季在9/17之前皆待在高海拔的夏季棲地，之後下至海拔2500m~2700m的棲地，於11/1再向下移動至2200m~2500m的冬季棲地，之後便停留在這個海拔區間，直到隔年6月才回到夏季棲地，而7/8到7/28則短暫下至2400m的棲地，之後便停留在2800m的夏季棲地。(圖3-2)雌鹿CL18、雄鹿CL19及雄鹿CL20皆為2011年捕捉的個體，目前僅取得秋季的定位資料，而資料顯示三隻個體秋季皆在3000m以上的高海

拔棲地，尚未向下往中海拔降遷。(圖 3-3, 3-4, 3-5)另外，前一年度所收集到雌鹿 CL4 於 2009 年的冬季 12/17 之後向托博闊溪流流域的冬季棲地降遷，2010 年 2/9 至 2 月及 3 月曾 3 度短暫上到 3000m 的高海拔後隨即下至冬季棲地，之後便停留在冬季棲地，直到 2010 年 5 月才回到高海拔的夏季棲地。(圖 3-6)

由於雌鹿 CL18、雄鹿 CL19 及雄鹿 CL20 只有秋季資料，因此僅比較雌鹿 CL4、雄鹿 CL6 及雄鹿 CL15 三隻個體四季節在不同海拔移動的情形，結果顯示水鹿在秋冬兩季時大多會向下降遷至海拔較低的棲地，並於隔年春夏兩季回到高海拔，而比較雄鹿與雌鹿降遷的情形發現，兩隻雄鹿皆是秋季時開始向下降遷，並分成兩次降遷才到冬季棲地，在夏季回到高海拔棲地之前皆不曾短暫上至高海拔，而雌鹿的資料顯示雌鹿是冬季時才開始降遷，並且一次就到達冬季棲地，在回到夏季棲地之前曾短暫往返高海拔棲地。

計算水鹿夏季棲地與冬季棲地的距離進行比較發現，三隻水鹿移動時的起迄地點皆不相同，而移動時兩棲地的直線距離介於 4~6 公里之間(CL4 約 4.6 公里、CL6 約 5.8 公里、CL15 約 4.2 公里)，並無明顯的差異。

2. 相對豐度變化

本研究目前在磐石山區共架設 17 台紅外線自動相機站，共計 21 個相機站(表 3-2)，自 2010 年 11 月到 2011 年 9 月總工作時數 10579.86 小時(表 3-3)，所拍攝台灣水鹿之有效相片 153 張，其中有 132 張照片可分辨性別，雌水鹿有 78 隻次，雄水鹿有 54 隻次，59.1% 為雌水鹿，40.9% 為雄水鹿，雌雄比約 3:2。

目前僅 2900~3200 m 這個區段記錄到四個季節(春、夏、秋、冬)的完整資料，其他海拔區段都缺少了部分季節的資料。分析水鹿在不同海拔各個季節出現的頻度，發現水鹿在 2900~3200 m 區段夏季的 OI 值(20.8)明顯高於其他季節，秋季的 OI 值(8.93)次高，春季的 OI 值(5.42)，而冬季(3.75)最低，2300~2600m 與 2600~2900m 這兩個海拔區間，水鹿的 OI 值皆是秋季明顯大於夏季，而 1700m~2000m 則是春季的 OI 值明顯大於夏季，顯示水鹿於冬季時會有從夏季棲

地移往冬季棲地趨勢，春季時再逐漸回到夏季棲地。(表 3-4)。

將相機的資料依雌雄分開來看，此區段雄水鹿夏季(5.01)與秋季(4.65)的 OI 值相當，皆明顯高於春季(0)與冬季(0)，而雌水鹿則是夏季的 OI(11.28)值明顯最高，其他三季(春 3.62、秋 3.22、冬 3.28)相當，顯示雌雄水鹿皆有在冬季時移往夏季棲地的季節性移動現象，但雌雄在各季的 OI 值變化卻存在差異。(表 3-5, 3-6)

自動相機亦記錄了共域動物的照片，一共記錄到 24 隻次的山羊與 217 隻次的山羌，而在 2900~3200m 這個海拔區段記錄到 6 隻次的山羊與 16 隻次的山羌。分析山羊與山羌的照片，發現山羊在冬季(1.41)與春季(1.21)的 OI 值最高，夏秋兩季(夏 0.25、秋 0)的則最低，與水鹿的情形恰好相反；山羌則與水鹿類似，在夏秋兩季(夏 2.51、秋 1.43)有較高的 OI 值，春冬(春 0、冬 0.94)兩季 OI 值較低。(表 3-7, 3-8)

二、影響季節性移動的原因

本研究以鄰近樣區的氣象站所記錄之氣溫及雨量資料與水鹿不同季節所在的海拔進行分析，目前共有昆陽氣象站 2009~2011 的氣溫資料及 2011 的降雨資料，將氣象資料與水鹿所處的海拔進行比對發現水鹿在季節性移動時的海拔梯度變化與溫度升降有相似的趨勢；雨量的部分則與水鹿的海拔梯度變化沒有關聯。而雌雄個體間季節性移動皆與溫度的變化有關。

表 3-1 2011 磐石山區 GPS 項圈追蹤概況

	性別	定位點數	追蹤天數
CL6	雄	8474	356
CL15	雄	1574	357
CL18	雌	142	28
CL19	雄	155	25
CL20	雄	142	26

表 3-2 磐石山區紅外線自動相機架設地點及海拔

編號	座標	海拔(M)	設置日期	海拔區間
100	286801 2667273	3193	2010/11/13	I
101	283143 2666323	3396	2010/11/10	I
102	283586 2667467	3376	2010/11/10	I
103	283350 2666919	3250	2010/11/09	I
104	285133 2667942	3339	2010/11/11	I
105	285866 2667825	3304	2010/11/11	I
106	286068 2667210	3302	2010/11/11	I
107	286696 2666969	3217	2010/11/11	I
108	287762 2668529	2627	2010/11/15	II
109	287760 2668693	2564	2010/11/15	III
110	287712 2667941	2605	2011/6/6	II
111	287842 2668826	2446	2011/6/6	III
112	290950 2670388	1895	2011/3/8	V
113	291494 2670112	2095	2011/3/7	IV
114	291654 2670782	1888	2011/3/7	V
115	291625 2671323	1773	2011/3/7	V
116	289188 2671448	2048	2011/10/23	IV
117	289111 2671208	1932	2011/10/23	V
118	288016 2669329	2122	2011/10/24	IV
119	287880 2669105	2217	2011/10/24	IV
120	287868 2668945	2343	2011/10/24	III

表 3-3 2011 磐石山區各海拔區段與各季節自動相機工作時數

	春季	夏季	秋季	冬季
1700~2000	5696.85	110.15	N/A	N/A
2000~2300	381.82	N/A	N/A	N/A
2300~2600	N/A	922.22	288	N/A
2600~2900	N/A	1068.33	258.65	N/A
2900~3200	1656.12	3990.95	2797.6	2132.19

表 3-4 2011 磐石山區各海拔區段與各季節水鹿拍攝頻度(OI 值)

	春季	夏季	秋季	冬季
1700~2000	1.76	0	N/A	N/A
2000~2300	0	N/A	N/A	N/A
2300~2600	N/A	1.08	6.94	N/A
2600~2900	N/A	0	57.99	N/A
2900~3200	5.42	20.8	8.93	3.75

表 3-5 2011 磐石山區各海拔區段與各季節雄水鹿拍攝頻度(OI 值)

	春季	夏季	秋季	冬季
1700~2000	1.23	0	N/A	N/A
2000~2300	0	N/A	N/A	N/A
2300~2600	N/A	1.08	3.47	N/A
2600~2900	N/A	0	11.6	N/A
2900~3200	0	5.01	4.65	0

表 3-6 2011 磐石山區各海拔區段與各季節雌水鹿拍攝頻度(OI 值)

	春季	夏季	秋季	冬季
1700~2000	0	0	N/A	N/A
2000~2300	0	N/A	N/A	N/A
2300~2600	N/A	0	3.47	N/A
2600~2900	N/A	0	27.06	N/A
2900~3200	3.62	11.28	3.22	3.28

表 3-7 2011 磐石山區各海拔區段與各季節山羊拍攝頻度(OI 值)

	春季	夏季	秋季	冬季
1700~2000	1.58	9.08	N/A	N/A
2000~2300	2.62	N/A	N/A	N/A
2300~2600	N/A	6.05	0	N/A
2600~2900	N/A	0	0	N/A
2900~3200	1.21	0.25	0	1.41

表 3-8 2011 磐石山區各海拔區段與各季節山羌拍攝頻度(OI 值)

	春季	夏季	秋季	冬季
1700~2000	26.15	0	N/A	N/A
2000~2300	20.95	N/A	N/A	N/A
2300~2600	N/A	1.08	0	N/A
2600~2900	N/A	27.15	54.13	N/A
2900~3200	0	2.51	1.43	0.94

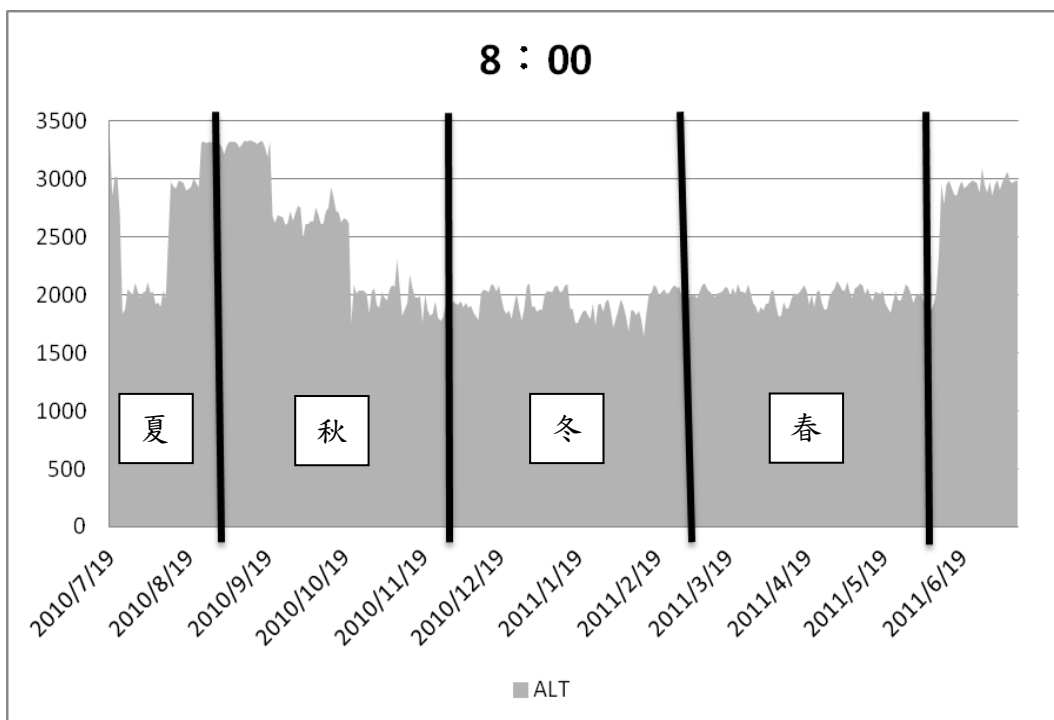


圖 3-1 CL6 四季海拔梯度變化

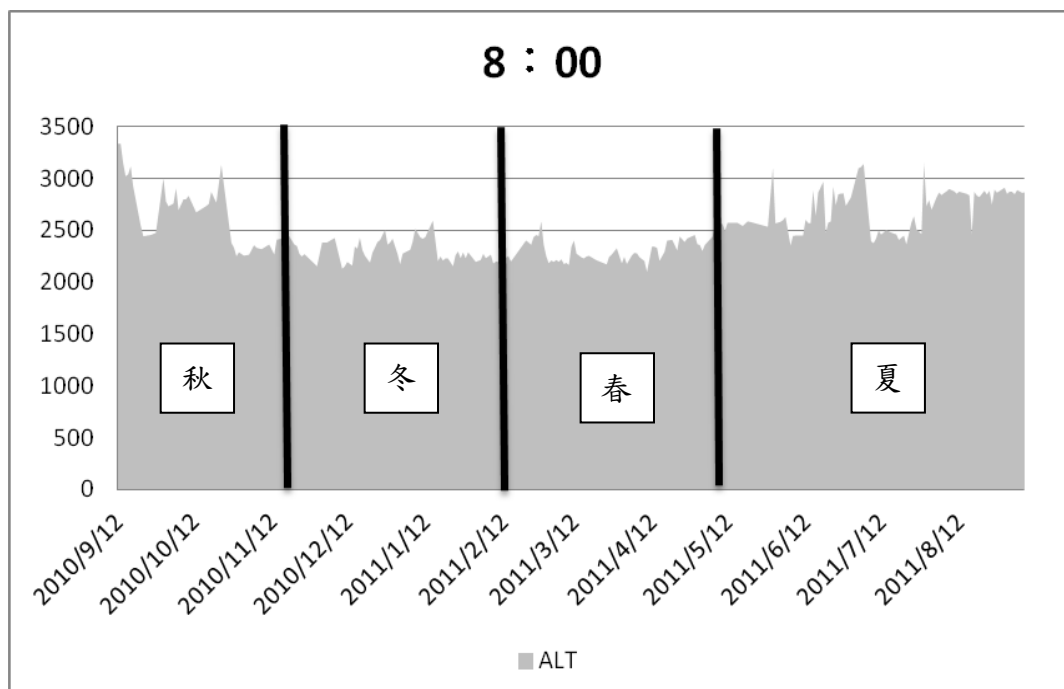


圖 3-2 CL15 四季海拔梯度變化

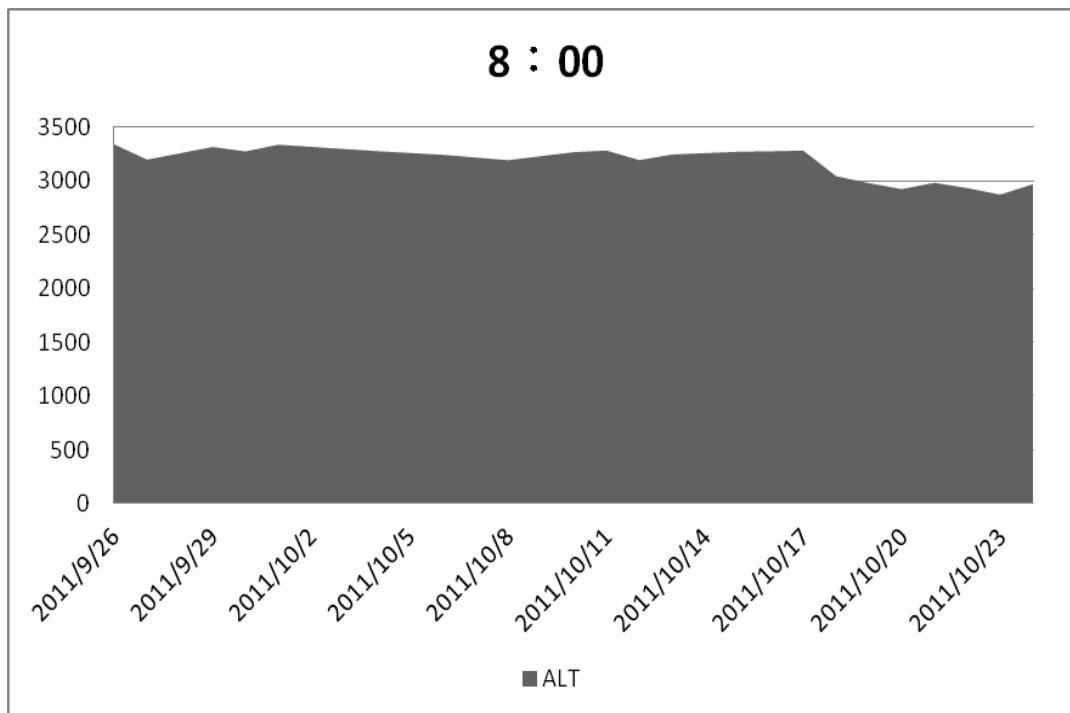


圖 3-3 CL18 秋季海拔梯度變化

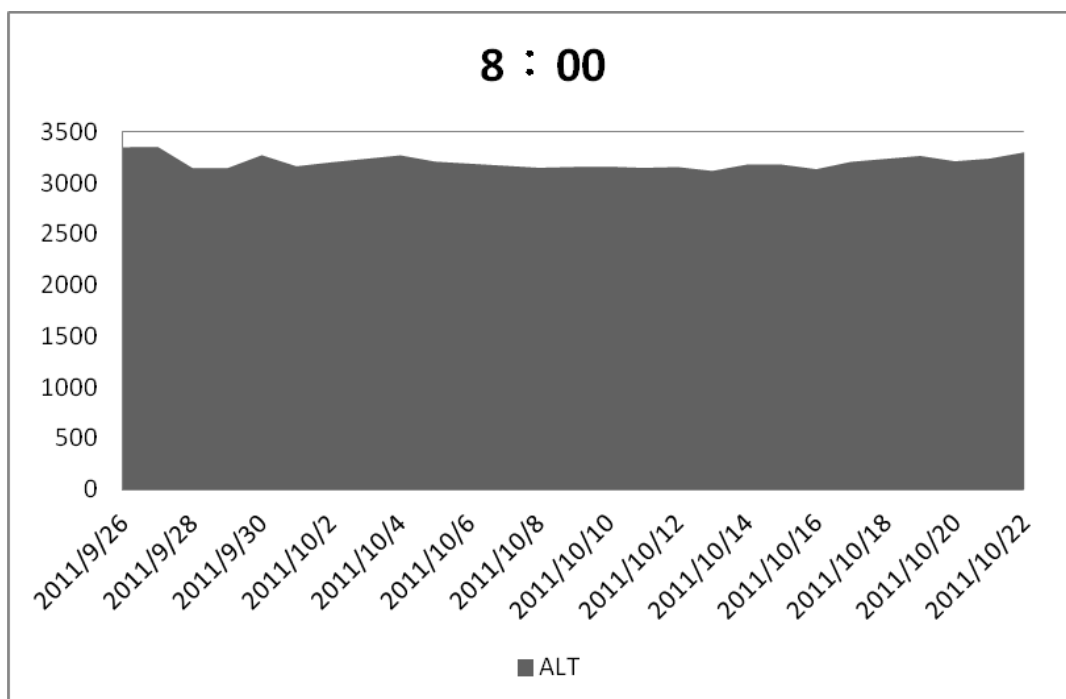


圖 3-4 CL19 秋季海拔梯度變化

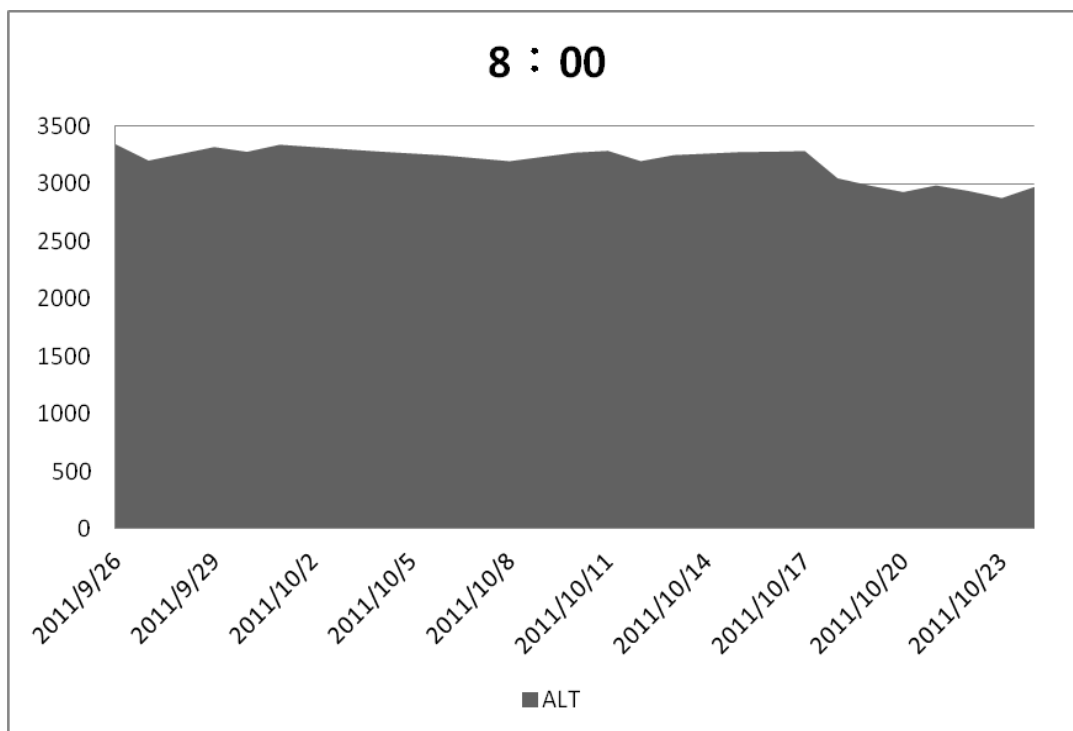


圖 3-5 CL20 秋季海拔梯度變化

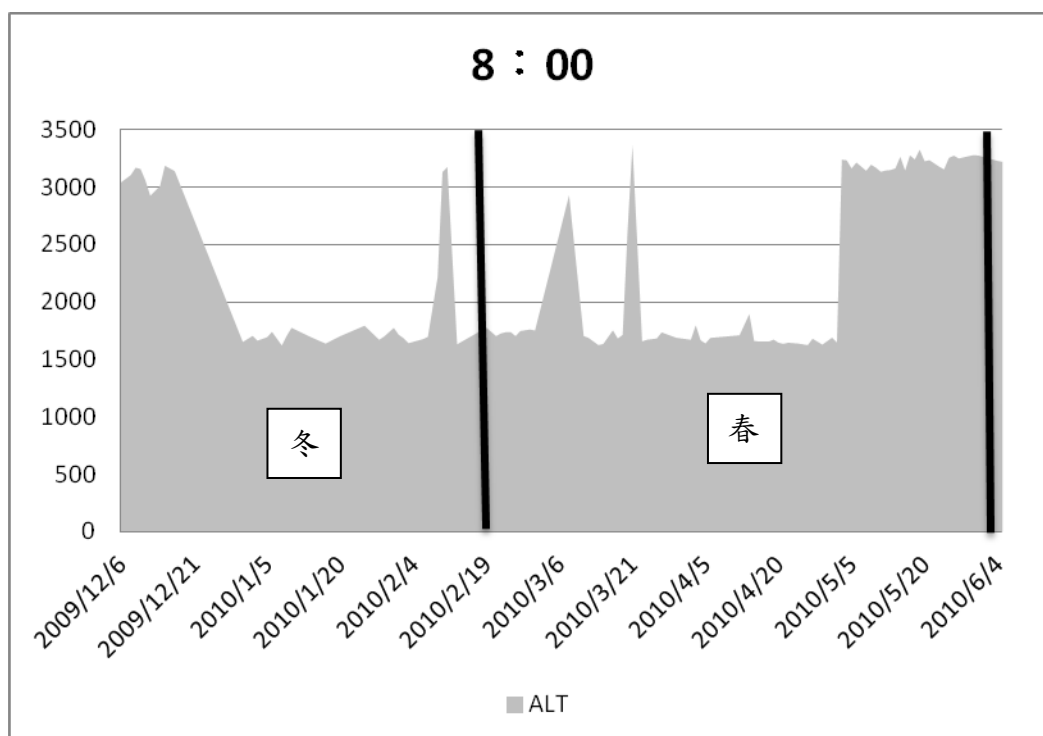


圖 3-6 CL4 四季海拔梯度變化

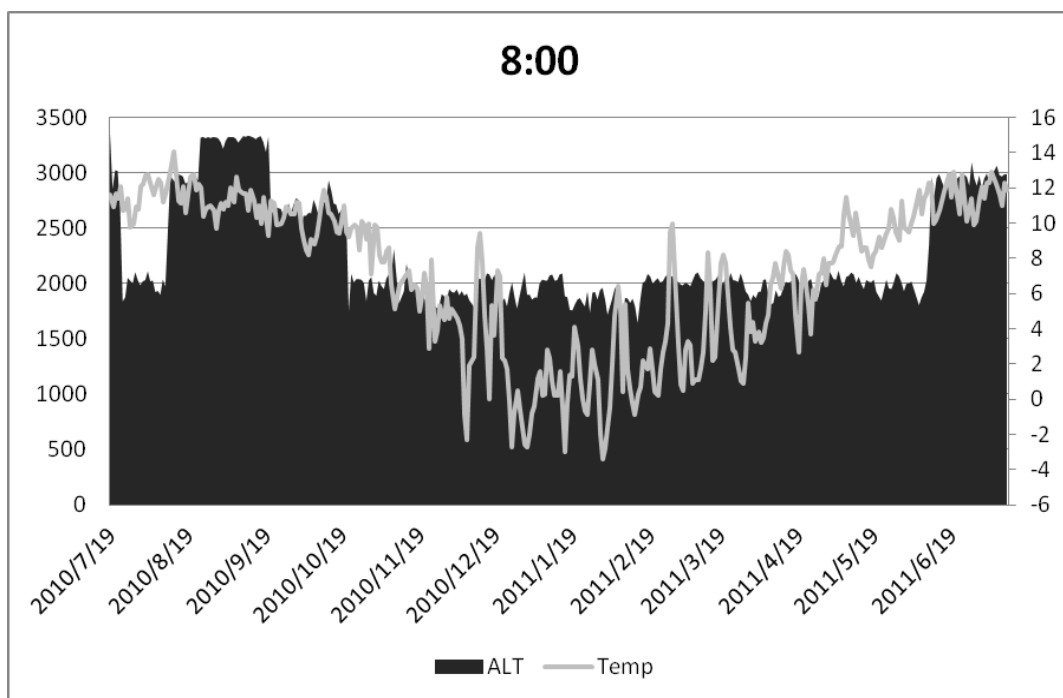


圖 3-7 CL6 海拔梯度變化與氣溫關係

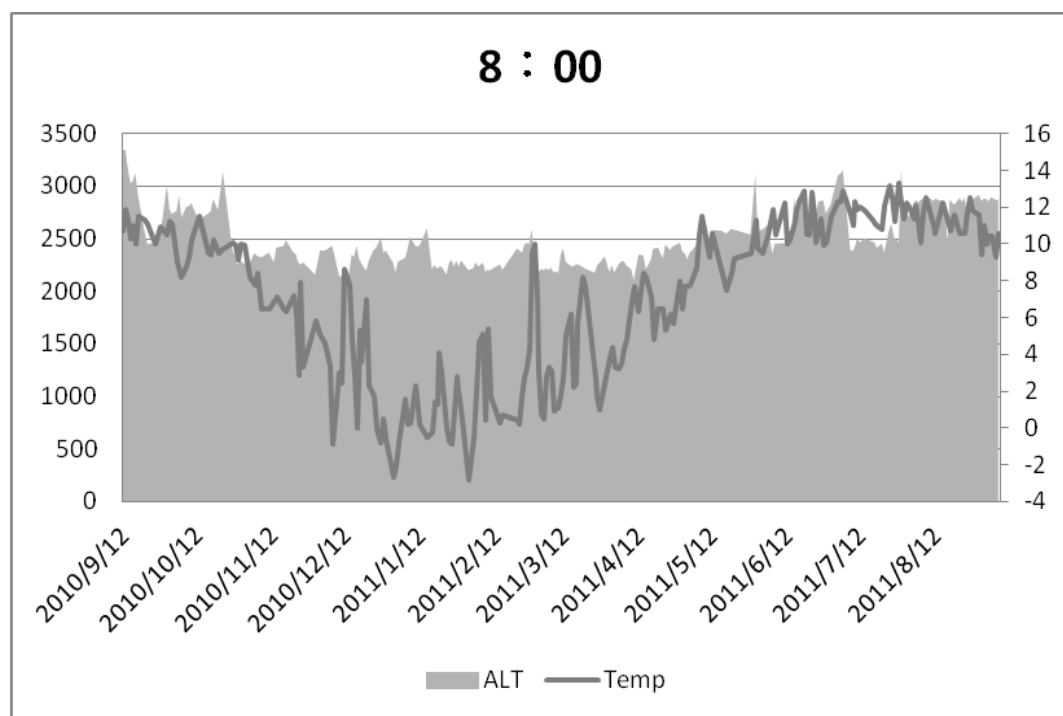


圖 3-8 CL15 海拔梯度變化與氣溫關係

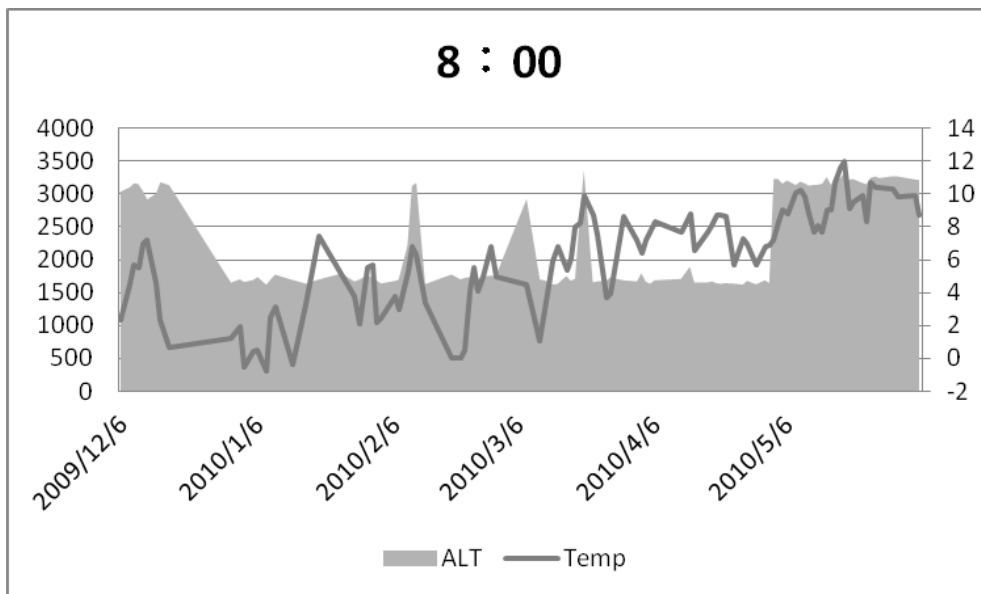


圖 3-9 CL4 海拔梯度變化與氣溫關係

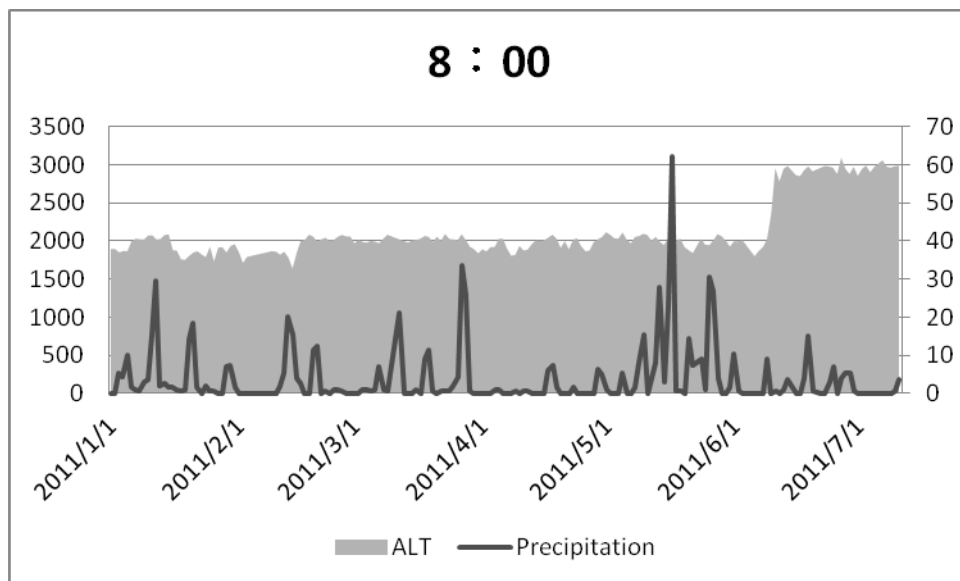


圖 3-10 CL6 海拔梯度變化與雨量關係

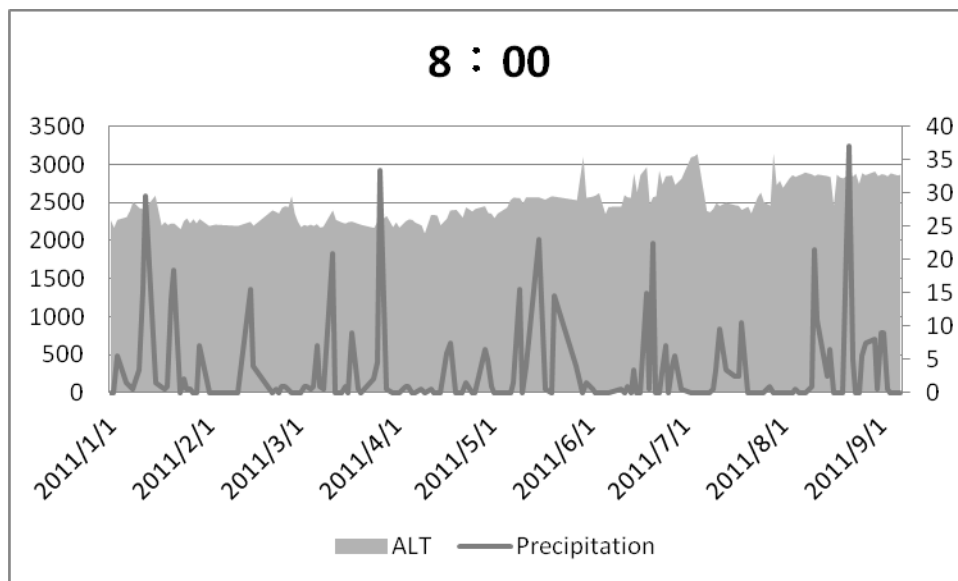


圖 3-11 CL15 海拔梯度變化與雨量關係

第四章 討論

第一節 季節性移動的行為

水鹿在世界上分布的主要棲地在熱帶地區，大多沒有季節性遷移的行為，目前相關研究僅紀錄到分布於喜馬拉雅山區的水鹿有此現象(Green 1987)。王等(2010)在磐石山區以 GPS 項圈進行追蹤的台灣水鹿，發現有兩隻水鹿在季節轉換時也有類似的現象。本研究目前收得其中兩隻雄性個體的定位資料發現，台灣水鹿於秋季時會向中海拔降遷，但卻是在夏季時回到高海拔棲地，而王等(2010)追蹤的雌性個體則是冬季時開始降遷，春季時回到高海拔，然而一般有季節性移動的鹿科動物大多是秋季時向冬季棲地遷移，春季時再回到高海拔的夏季棲地(Mysterud 2001)，在這部分水鹿與其他鹿科動物有所差別。而目前紅外線自動相機所取得各季節及各海拔區段的水鹿照片來看，水鹿夏秋兩季的 OI 值明顯高於春冬兩季，因此季節性移動的行為明顯，但目前只有高海拔地區有完整四季的資料，其餘海拔缺少部分季節資料，待日後取得這部分資料，則能計算各海拔區段不同季節水鹿相對豐度的變化情形，提供更加有力的證據。

有季節性移動行為的動物，在同一物種甚至同一族群內可能同時存在遷移(migrant)與不遷移(non-migrant)的個體或不同遷移的模式，例如在日本北海道對於梅花鹿(*Cervus nippon yesoensis*)季節性移動的研究，同一族群中同時有向上遷移(upward migrant)、向下遷移(downward migrant)及不遷移(non-migrant)的個體(Igota et al. 2004)，目前由項圈追蹤的個體來看，CL6 及 CL15 皆屬於向下遷移，而本研究及王等(2010)在磐石山區自動相機在高海拔所得的水鹿照片，四季皆有拍到水鹿，但在數量及頻度上有差異，因此此區的水鹿族群可能同時存在遷移及不遷移的個體。(表 4-1)

水鹿為具有性別二型性的鹿科動物，雄性明顯大於雌性。許多有關性別二型性的研究指出，具有性別二型性的鹿科動物除了繁殖季外，有著不同的棲地利用

方式、營養需求及活動時間(Beier 1987)，因此在遷移的行為上可能會有差異(Ruckstuhl and Neuhaus 2005)，王等(2010)在磐石山區追蹤的雌性個體 CL4 由高海拔向中海拔降遷的時間為冬季，自中海拔返回高海拔棲地為春季，移動時間與本研究中的雄性個體 CL6 及 CL15 不同，而紅外線自動相機所得的資料也顯示雌雄水鹿的 OI 值在季節間的變化明顯不同，雌水鹿夏季時的 OI 值大約是雄水鹿的兩倍，秋季時雌雄水鹿的 OI 值則轉為相近，而春冬兩季雌水鹿的 OI 值與秋季時相當，與雄水鹿春冬兩季的 OI 值遠低於夏秋兩季不同，可能與雌雄水鹿在棲地利用上的差異有關。(表 3-5,3-6)

許多研究指出，共域且食性相似的動物活動的空間或時間上的常需要產生分隔以利彼此的生存(Di Bitetti et al. 2009)，在磐石山區與水鹿共域的山羊及山羌在食性上與水鹿相似，而水鹿的體型較大，食性較廣，在競爭上可能較有優勢。在王等(2010)的研究顯示這三種動物活動的時間有所區隔，而本研究及王等(2010)的自動相機資料皆顯示山羌與水鹿有類似的季節性變化趨勢，而山羊的變化趨勢則與其他兩種動物相反，但原因不明，有待進一步的調查。

第二節 氣溫與季節性移動的關係

在其他鹿科動物的研究顯示，低溫會使動物需要多付出能量來調節體溫(Parker et al. 1984)，因此在低溫時如何選擇合適的棲地對動物的能量收支很重要(Silver et al.)。目前追蹤所得的資料顯示，水鹿在季節間會在不同海拔的棲地移動，整個夏季大多待在高海拔棲地，冬季大多在 2000m 左右的中海拔棲地，由樣區鄰近的氣象站的氣溫資料顯示，水鹿在不同海拔遷移時與氣溫變化的趨勢相似，因此氣溫可能為影響水鹿移動的因子之一，然而追蹤期間 CL6 曾在夏季(7/24~8/10)短暫下至中海拔的棲地一段時間，但氣溫並無明顯降低，所以無法確定此次的遷移為何種因子造成。

表 4-1 2009~2010 磐石山區高海拔地區各季節拍攝頻度(OI 值)

	春季	夏季	秋季	冬季
水鹿	11.44	9.03	6.71	1.44
雄水鹿	2.83	3.77	3.31	0.64
雌水鹿	7.97	4.57	2.85	0.8
山羌	0.77	1	3.77	0.8
山羊	0.51	1.7	2.02	2.72

參考書目

- Adams, A. W., 1982. Migration. In: Elk of North America: Ecology and Management (eds J. W. Thomas & D. E. Toweill). pp. 301–321. Stackpole Books, Harrisburg, PA.
- Albon, S. D., R. Langvatn., 1992. Plant phenology and the benefits of migration in a temperate ungulate. *Oikos* 65, 502–513.
- Beck, P. S. A., Jonsson, P., Høgda, K. A., Karlsen, S. R., Eklundh, L., Skidmore, A. K., A ground-validated NDVI dataset for monitoring vegetation dynamics and mapping phenology in Fennoscandia and the Kola peninsula. *International Journal of Remote Sensing* 28, 4311-4330.
- Bieier, P. 1987. Sex differences in quality of white-tailed deer diets. *Journal of Mammalogy* 68, 323- 329.
- Brazda, A. R., 1953. Elk migration patterns, and some of the factors affecting movements in the Gallatin river drainage, Montana. *Journal of Wildlife Management* 17, 9–23.
- Browder, R. G., Browder, R. C., Garman, G. C., 1995. An inexpensive and automatic multiple-exposure photographic system. *Journal of Ornithology* 66, 37-43.
- Cederlund, G., Lindstrom, E., 1983. Effects of severe winters and fox predation on roe deer mortality. *Acta Theriologica* 287, 129-145.
- Fryxell, J. M., Sinclair, A. R. E., 1988. Causes and consequences of migration by large herbivores. *Trends in Ecology and Evolution* 3, 237–241.
- Green, M. J. B., 1987. Ecological separation in Himalayan ungulates. *Journal of Zoology (London), Series B* 1, 693–719.
- Hanley, T. A., 1997. A nutritional view of understanding and complexity in the problem for diet selection by deer (*Cervidae*). *Oikos* 79, 209-218.
- Igota, H., Sakuragi, M., Uno, H., Kaji, K., Kaneko, M., Akamatsu, R., Maekawa. K., 2004. Seasonal migration patterns of female sika deer in eastern Hokkaido. *Ecological Research* 19, 169–178.
- Kaji, K., Koizumi, T., Ohtaishi, N., 1988. Effects of resource limitation on the physical and reproductive condition on sika deer on Nakanoshima Island, Hokkaido. *Acta Theriologica* 33, 187–208.
- Krasinska, M., Cabon-Raczynka, K., Krasinski, Z. A. 1987. Strategy of habitat utilization by European bison in the Bialowieza Forest. *Acta Theriologica* 32(11), 147–202.
- Kucera, T. E., BatTett, R. H., 1993. The trailmaster camera system for detecting wildlife. *Wildlife Society Bulletin* 21, 505-508.
- Loft, E. R., Menke, J. W., Burton. T. S., 1984. Seasonal movements and summer

- habitats of female black-tailed deer. *Journal of Wildlife Management* 48, 1317–1325.
- McCullough, D. R., 1985. Long range movements of large terrestrial mammals. In: *Migration, Mechanisms and Adaptive Significance*. (ed. M. J. Rankin). pp. 444–465. *Contributions in Marine Science*, University of Texas, Texas.
- Mysterud, A., 1999. Seasonal migration pattern and home range of roe deer (*Capreolus capreolus*) in an altitudinal gradient in southern Norway. *Journal of Zoology*, London 247, 479–486.
- Mysterud, A., Bjørnsen, B. H., Østbye, E., 1997. Effects of snow depth on food and habitat selection by roe deer *Capreolus capreolus* in an altitudinal gradient in south-central Norway. *Wildlife Biology* 3, 27–33.
- Nicholson, M. C., Bowyer, R. T., Kie, J. G., 1997. Habitat selection and survival of mule deer: tradeoffs associated with migration. *Journal of Mammalogy* 78, 483–504.
- Parker, K. L., Robbins, C. T., Hanley, T. A., 1984. Energy expenditure for locomotion by mule deer and elk. *Journal of Wildlife Management* 48, 474–488.
- Poole, K. G., Heard, D. C. Mowat, G., 2000. Habitat use by woodland caribou near Takla Lake in central British Columbia. *Canadian Journal of Zoology* 78(9), 1552–1561.
- Ruckstuhl, K. E., Neuhaus, P., 2005. Sexual segregation and the ecology of the two sexes. In: Ruckstuhl, KE, Neuhaus, P (eds) *Sexual segregation in vertebrates. Ecology of the two sexes*. Cambridge University Press, Cambridge, pp 3–7
- Ruckstuhl, K. E., Neuhaus, P., 2000. Sexual segregation in ungulates: a new approach. *Behaviour* 137, 361–377.
- Sakuragi, M., Igota, H., Uno H., Kaji, K., Kaneko, M., Akamatsu, R., Maekawa, K., 2003b. Benefit of migration in female sika deer population in eastern Hokkaido, Japan. *Ecological Research* 18, 347–354.
- Silver, H., Holter, J. B., Colovos, N. F. and Hayes. H. H., 1971. Effect of falling temperature on heat production in fasting white-tailed deer. *Journal of Wildlife Management* 35, 37–46.
- Takatsuki, S., Suzuki, K., Suzuki, I., 1994. A mass-mortality of Sika deer on Kinkazan Island, northern Japan. *Ecological Research* 9, 215–223.
- Tang, Z.-Y., Fang, J.-Y., 2006. Temperature variation along the northern and southern slopes of Mt. Taibai, China. *Agricultural and Forest Meteorology* 139, 200–207.
- Uno, H., Yokoyama, M., Takahashi, M., 1998. Winter mortality pattern of sika deer (*Cervus nippon yezoensis*) in Akan National Park, Hokkaido. *Mammalian Science* 38, 33–246.
- Vaughan, T. A., Ryan, J. M., Czaplewski, N. J., 2000. *Mammalogy*. Saunders.

College Publishing, Orlando.

- Wagenseil, H., Samimi, C., 2006. Assessing spatio-temporal variations in plant phenology using Fourier analysis on NDVI time series: results from a dry savannah environment in Namibia. *International Journal of Remote Sensing* 27, 3455-3471.
- White, R.G., 1983. Foraging patterns and their multiplier effects on productivity of northern ungulates. *Oikos*, 40, 377-384.
- Zeng, Z.-G., Beck, P. S. A., Wang, T.-J., Skidmore, A. K., Song, Y.-L., Gong, H. S., Prins, H. H. T., 2010. Effects of plant phenology and solar radiation on seasonal movement of golden takin in the Oinling Mountains, China. *Journal of Mammalogy* 91(1), 92-100.
- 王穎, 顏士清, 林子揚, 陳匡洵, 廖昱銓, 賴冠榮, 2010. 奇萊山區台灣水鹿之活動模式與空間使用. 太魯閣國家公園管理處委託研究報告, 40 頁。
- 王穎, 顏士清, 林子揚, 張郁琦, 賴冠榮, 2009. 太魯閣國家公園高山生態系 – 台灣水鹿棲地使用之研究(二). 太魯閣國家公園管理處委託研究報告, 60 頁。
- 王穎, 顏士清, 廖家宏, 葉建緯, 2008. 太魯閣國家公園高山生態系 – 台灣水鹿棲地使用之研究(一). 太魯閣國家公園管理處委託研究報告, 52 頁。
- 李玲玲, 林宗以, 池文傑, 2007. 玉山國家公園南二段地區中大型哺乳動物調查暨台灣水鹿族群監測計畫. 內政部營建署玉山國家公園管理處, 70 頁。
- 李玲玲, 林宗以, 蔡政光, 2006. 台灣水鹿食性暨玉里野生動物保護區水鹿族群生態研究(三). 行政院農委會林務局, 64 頁。
- 翁國精, 林宗以, 蔡及文, 2009. 玉山國家公園新康山區暨南二段中大型哺乳動物調查計畫. 玉山國家公園管理處, 88 頁。
- 梁又仁, 2005. 梅蘭林道地區水鹿(*Cervus unicolor swinhoi*)與山羌(*Muntiacus reevesi micrurus*)食物品質與族群的季節變化. 國立屏東科技大學碩士論文, 69 頁。
- 郭正彥, 2005. 磐石山區高地草原台灣水鹿之日間行為. 國立台灣師範大學生物學系碩士論文, 72 頁。
- 裴家騏, 姜博仁, 2004. 大武山自然保留區和周邊地區雲豹及其他中大型哺乳動物之現況與保育研究(三). 行政院農委會林務局研究系列 92-2 號, 85 頁。
- 裴家騏, 1998. 利用自動相機設備紀錄野生動物活動模式之評估. *台灣林業科學* 13(4), 317-324.

磐石山區台灣水鹿的季節性移動

磐石山區台灣水鹿的季節性移動